

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-072529

(43)Date of publication of application : 07.03.2000

(51)Int.Cl.

C04B 35/10  
B01J 19/00  
B01J 19/08  
H01L 21/3065  
H05H 1/46

(21)Application number : 10-240887

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD  
TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 26.08.1998

(72)Inventor : MIYAZAKI AKIRA  
MORITA TAKASHI  
NAGASAKA SACHYUKI  
MORIYA SHUJI

(54) PLASMA-RESISTANT MEMBER AND PLASMA-TREATMENT APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a plasma-resistant member causing no dropout of alumina particles, excellent in mechanical strength, preventing the breakaway of polymer deposit and being used in a reaction chamber of a plasma-treating apparatus by being formed with compact alumina sintered compact having respectively specific average crystalline particle diameter, surface roughness and bulk density.

SOLUTION: This plasma-resistant member is obtained by being formed with compact alumina sintered compact having 18-45  $\mu\text{m}$  average crystalline particle diameter, 0.8-3.0  $\mu\text{m}$  surface roughness Ra,  $\geq 3.90 \text{ g/cm}^3$  bulk density and high purity of  $\geq 99.8\%$  purity, and including  $\leq 200 \text{ ppm}$  Si and  $\leq 100 \text{ ppm}$  alkali metal. It is possible to prolong the cleaning cycle of the apparatus where polymer deposit is needed to be removed periodically by applying the above member to a member having possibility for polymers to deposit (e.g. a cramp ring, a focus ring, an electrode-insulating member between an electrode, a reaction chamber, a covering member for covering the inside wall of a reaction chamber, or the like).

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ処理装置の反応室内で用いられ、平均結晶粒径が $1.8 \sim 4.5 \mu\text{m}$ 、表面粗さが $R_a$ で $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 、かさ密度が $3.90 \text{ g/cm}^3$ 以上の緻密質アルミナ焼結体であることを特徴とする耐プラズマ部材。

【請求項2】 緻密質アルミナ焼結体の純度が99.8%以上、Siが200ppm以下、アルカリ金属が100ppm以下であることを特徴とする請求項1記載の耐プラズマ部材。

【請求項3】 上部電極および下部電極の少なくとも一方と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、被処理体の処理面の周縁部を押圧してこれを下部電極に保持するクランプリング、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、および前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記クランプリング、前記フォーカスリング、および前記被覆部材の少なくとも1つを、請求項1または請求項2記載の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 上部電極および下部電極の少なくとも一方と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、導電部材に高電圧を印加することによって被処理体を静電的に吸着保持する静電チャック、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、および前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記静電チャック、前記フォーカスリング、および前記被覆部材の少なくとも1つを、請求項1または請求項2記載の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】 上部電極および下部電極の少なくとも一方と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、導電部材に高電圧を印加することによって被処理体を静電的に吸着保持する静電チャック、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材、および前記被処理体の処理面の周縁部を非接触で覆う覆い体を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記静電チャック、前記フォーカスリング、前記被覆部材、および前記覆い体の少なくとも1つを、請求項1または請求項2の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、耐プラズマ部材

およびそれを用いたプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 被処理体に形成したシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) やリンシリカガラス (PSG) をエッチングするための平行平板型エッチング装置では、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CHF}_3$  などフッ素化合物系のエッチングガスがプラズマで励起されて使用されている。これらのガスから発生する含フッ素活性化学種は石英ガラスや炭化珪素といったSi系化合物を腐食する。従って、ここに用いるエッチング装置の構成部品にはアルマイトアルミニウムやアルミナセラミックスが用いられてきた。そして更に、微細な加工を行う工程や絶縁性が要求されるような場合は、より信頼性の高いアルミナセラミックスが多く使用されてきた。

【0003】 こうしたエッチング装置で用いられるフッ素プラズマに対する耐食性に優れたアルミナセラミックスに関しては、特開平8-81258号や特開平8-231266号などが提案されている。また、半導体集積回路の微細化が進展するに伴ってより微細な加工を歩留まりよく行う必要があり、そのため平行平板型エッチング装置に代わり種々の低圧高密度プラズマが提案されている。その中でマイクロ波をプラズマ励起源に用いる装置において、マイクロ波透過材として使用されるアルミナに関しては、特開平5-217946号、特開平6-345527号が提案されている。これらの半導体プロセス装置用アルミナセラミックス部品に関する提案は、フッ素プラズマに対する耐食性を発現させるために、アルミナの純度と結晶粒径を主として規定しているものである。

【0004】 しかしながら、最近では半導体集積回路の微細化にともない、エッチングプロセスにおいては高アスペクト比の異方性エッチングがしばしば要求されている。これに応えるために、アンダーカットを最小に抑え、小さな開口の深い穴を加工するための側壁保護膜を形成する方法が採られるようになってきている。

【0005】 この状態を原理的に拡大して図2に示した。

図2に示したように、エッチングした深い溝の側壁に保護膜を形成するには $\text{CClF}_3$ などの塩素を含むガスや $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ といった炭素-フッ素系 ( $\text{C-F}$ 系) ガスを用いて側壁にポリマー膜を堆積させる。ここでいうポリマーとは、フルオロカーボン重合体、アルミナ微粒子及び/又はアルミナフッ化生成物を含有するフルオロカーボン重合体をいう。

【0006】 即ち、上記のようなガスを用いてエッチング処理を行うと、反応室の電極表面や反応室内壁、クランプリング、電極絶縁部材等にも反応ガスの分解重合体 (ポリマー) が堆積して膜を形成する。この膜は次第に厚くなると剥がれ落ちて半導体ウェーハ表面に再付着して歩留まりを低下させる。このために、エッチング操作では一定時間毎に装置 (反応室) を開放してポリマーを

除去するクリーニングをしなければならず、このクリーニングサイクルが短いことが生産性を低下させる原因となっていた。

【0007】アルミナ部品を用いることによる反応室内のポリマー生成対策に関連して特開昭61-289634号が提案されている。これによると、アルマイトアルミニウムに比べアルミナ材にはポリマーが生成しないことを見出したと記載され、これを使用するとエッチングガスとして、 $C_2F_6$ 、 $CHF_3$ の他に、 $C_3F_8$ と $CHF_3$ 、 $C_2F_6$ と $C_2H_4F_2$ などの混合ガスを用いてもポリマー生成を抑制する効果があるとしている。

【0008】しかしながら、本発明者らが平行平板型エッチング装置で種々の実験をしたところ、アルミナセラミックス部品上にもかなりの量のポリマーが生成することが確認されたものである。従って、特開昭61-289634号はごく限定された条件で実施された結果であると推定されたものである。

【0009】また、特開平10-32237号には、平均結晶径が $20\mu m$ 以上の多孔質アルミナ焼結体からなるクランプリングが提案されている。このクランプリングは、堆積したポリマーの剝離抑制に対して従来に比べて大きな効果の得られるものであったが、多孔質であるためにエッチングに際してのイオン衝撃やその他の機械的な衝撃によってアルミナ粒子が脱落したり、強度が不十分で破損するなどの問題が生じた。

【0010】特に、強度の問題はクランプリングでは被処理体固定のため下部電極に押圧する際に、また電極絶縁部材ではネジなどで取付ける際に問題となっていた。また、電極に近いクランプリングや電極絶縁部材、フォーカスリング、覆い体等にはポリマーが多く堆積し、ポリマーの剝離の問題がより深刻であった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、アルミナ粒子の脱落がなくしかも機械的強度にも優れ、さらに堆積したポリマーの剝離を抑制し、その結果として堆積したポリマーの除去を行う装置のクリーニングサイクルを長くすることが可能な耐プラズマ部材およびそれを用いたプラズマ処理装置を得ようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明は、プラズマ処理装置の反応室内で用いられ、平均結晶粒径が $18\sim 45\mu m$ 、表面粗さが $R_a$ で $0.8\sim 3.0\mu m$ 、かさ密度が $3.90g/cm^3$ 以上の緻密質アルミナ焼結体であることを特徴とする耐プラズマ部材（請求項1）、緻密質アルミナ焼結体の純度が99.8%以上、Siが200ppm以下、アルカリ金属が100ppm以下であることを特徴とする請求項1記載の耐プラズマ部材（請求項2）、上部電極および下部電極の少なくとも一方と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、被処理体の処理面の周縁部を押圧してこれを下部電極に保持するクランプリング、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、および前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記クランプリング、前記フォーカスリング、および前記被覆部材の少なくとも1つを、請求項1または請求項2記載の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置（請求項3）、上部電極と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、導電部材に高電圧を印加することによって被処理体を静電的に吸着保持する静電チャック、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、および前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記静電チャック、前記フォーカスリング、および前記被覆部材の少なくとも1つを、請求項1または請求項2記載の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置（請求項4）、及び上部電極および下部電極の少なくとも一方と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材、導電部材に高電圧を印加することによって被処理体を静電的に吸着保持する静電チャック、上部電極又は下部電極の近傍に設けられて反応性イオンを前記被処理体の処理面に効果的に入射させるためのフォーカスリング、前記反応室の内壁を覆うように設けられる被覆部材、および前記被処理体の処理面の周縁部を非接触で覆う覆い体を備えるプラズマ処理装置において、前記電極絶縁部材、前記静電チャック、前記フォーカスリング、前記被覆部材、および前記覆い体の少なくとも1つを、請求項1または請求項2の耐プラズマ部材にて構成するようにしたことを特徴とするプラズマ処理装置（請求項5）である。

【0013】（発明の実施の態様）この発明は、プラズマ処理装置の電極絶縁部材、フォーカスリング、クランプリングないし静電チャック、反応室内壁を覆う被覆部材、覆い体など反応室内で用いる緻密質アルミナ焼結体からなる耐プラズマ部材で、その平均結晶粒径、表面粗さなどを特定したものである。

【0014】即ち、この発明の耐プラズマ部材（アルミナ焼結体）は、その平均結晶粒径を $18\sim 45\mu m$ とすることが必要である。アルミナ焼結体の平均結晶粒径が $18\mu m$ 未満であると、部材に堆積したポリマーの付着膜が剥がれ易くなるが、これが $18\mu m$ 以上であるところの堆積物が剥がれ難くなる。

【0015】アルミナ焼結体を研削すると、アルミナ粒子の粒界破壊と粒内破壊が生じる。その部分にポリマーが堆積する時、アルミナ焼結体表面に現れた粒界破壊と粒内破壊の両方によく沿って堆積する。粒界破壊面は滑らかなためこの部分の膜の付着力は小さい。粒内破壊面

はささくれ立っており、この部分を見ると膜の付着力は大きい。

【0016】アルミナ焼結体の平均結晶粒径が $18\mu\text{m}$ 未満であると、研削面に占める粒界破壊面の割合が大きく、したがって粒子の破壊面とポリマーの密着性が劣り容易に剥離し、アルミナ焼結体の平均結晶粒径が $18\mu\text{m}$ 以上であると、粒内破壊面の割合が大きく、粒子の破壊面部分にポリマーが強固に密着し、剥離し難くなるためだと考えられる。

【0017】さらに、前述した付着力は膜を垂直に引っ張り剥がすために要する力であるが、熱衝撃等による熱応力は膜とアルミナ焼結体の界面で最も大きく、その界面と水平な方向に発生する。平均結晶粒径が $18\mu\text{m}$ 以上と大きい場合には、粒界破壊によって形成される窪みが大きく、その大きな窪みに埋め込まれたポリマー膜が「アンカー（錨）」の働きをし、熱応力に対する大きな抵抗を示し、ポリマー膜が剥がれ難くなる要因の一つとなっていると考えられる。

【0018】また、部材の平均結晶径が $45\mu\text{m}$ を超えて大きい場合は部材の強度が低下する。さらに、粒径が $45\mu\text{m}$ を超えたもので緻密なアルミナ焼結体を安定して製造することは困難である。こうしたことで、この発明ではここに用いるアルミナ焼結体の平均結晶径を $18\sim 45\mu\text{m}$ とするものである。

【0019】また、アルミナ焼結体の表面粗さは $R_a$ で $0.8\sim 3.0\mu\text{m}$ とする。表面粗さが $R_a$ で $0.8\mu\text{m}$ より小さい場合は熱サイクルに伴って発生する熱応力を緩和することができず付着膜は容易に剥離する。

【0020】即ち、プラズマエッチング装置は、放電と被処理体としての半導体ウェーハの交換を繰り返して運転される。また、ウェーハのレジスト膜や側壁保護膜を守るために半導体ウェーハは常に冷却されている。従って、装置内の半導体ウェーハ周辺の部材は、放電とそれに伴うイオン衝撃による加熱、放電停止、ウェーハの移動及び載置による温度降下といった熱サイクルを繰返し受けるものである。こうした熱サイクルによる応力を緩和し、ポリマー付着膜の剥離を防ぐにはアルミナ焼結体の表面粗さの下限を $R_a$ で $0.8\mu\text{m}$ とすることが必要である。

【0021】エッチング中において、クランプリングなどの部材に堆積するポリマーのような膜の付着は、主としてファンデルワールス力に起因する分散力によるものであって、付着膜と部材との間には化学結合はない。このためにポリマーの付着は表面の清浄度やその物理的性状に大きく依存するものと考えられる。

【0022】こうしたことで発明者らは種々の実験を重ねた結果、部材の平滑度とポリマー付着膜の剥離の関係を見出し、表面粗さを $R_a$ で $0.8\sim 3\mu\text{m}$ に仕上げたもので、アルミナ焼結体の平均結晶径が $18\mu\text{m}$ 以上であればポリマー付着膜が最も剥がれ難くなることを見出

したものである。

【0023】アルミナ焼結体の表面粗さの上限は $R_a$ で $3.0\mu\text{m}$ とする。 $R_a$ で $3.0\mu\text{m}$ を超えると部材が機械的衝撃を受けた場合など、表面の凹凸面からアルミナ粒子が脱落するおそれがあるとともに、アルミナ焼結体そのものの機械的強度も低下する。アルミナ焼結体の表面粗さを上記範囲の値とするには通常のダイヤモンド研削加工で仕上げる事が出来る。

【0024】また、アルミナ焼結体は、緻密質でない強度が低下しエッチングの際のイオン衝撃によりアルミナ粒子の脱落が生じたりするので、アルミナ焼結体のかさ密度は $3.90\text{g}/\text{cm}^3$ 以上であることが必要である。

【0025】また、アルミナ焼結体は純度が99.8%以上の高純度のものを用いる。さらに、Siが200ppm以下、アルカリ金属が100ppm以下であることが必要である。Siが200ppmを超え、またアルカリ金属が100ppmを超えて大きい場合は、フッ素系化学種に対する耐食性が悪くなる。

【0026】以上は、図1に示すプラズマ処理装置の反応室で用いるクランプリング1、フォーカスリング17、電極と反応室とを絶縁するための電極絶縁部材10b、反応室内壁を覆う被覆部材6などポリマーが堆積する恐れのある部材についていえるものである。

【0027】以下に、この発明の実施例をあげてさらに説明する。

【0028】

【実施例】（実施例1）アルミナ焼結体を次のようにして作製した。純度99.9%のアルミナ原料粉に焼結助剤として $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ を添加し、有機バインダーとイオン交換水を加えてよく混合しスラリーを得た。このスラリーをスプレードライヤーで乾燥、造粒してこれを金型プレスで所定の形状に成形した。次いで、これをコールドアイソスタティックプレス（CIP）で $1.0\text{t}/\text{cm}^2$ の圧力で成形した。これを $1000^\circ\text{C}$ で仮焼し、水素雰囲気中で $1800^\circ\text{C}$ で3～6時間保持して焼成した。

【0029】このようにして得られたアルミナ焼結体は、Siが22ppm、Naが4ppm、Mgが500ppm含まれていた。かさ密度は $3.99\text{g}/\text{cm}^3$ であった。これから切出した試験片を鏡面に研磨したのちサーマルエッチングを行い光学顕微鏡で組織を観察し、プランメトリック法で平均結晶粒径を求めたところ $24\mu\text{m}$ であった。

【0030】次に、これを径250mm、厚さ12mmで中央に径200mmのシリコンウェーハを抑える爪付き穴が開いたリング状の形状に研削加工して、半導体エッチング装置用耐プラズマ部材であるクランプリングを得た。最終の仕上段階の研削加工は、粒径200のダイヤモンド砥石を用いて行って、その表面粗さを $R_a$ =

1.  $3\mu\text{m}$ とした。また、3点曲げ強さは $300\text{MPa}$ であり強度は十分であった。

【0031】このクランプリングの効果を調べるために用いた半導体エッチング装置の概要は図1に示す通りである。

【0032】図1に示す装置は、半導体ウェーハ2にエッチング処理を施す反応室10を備え、この反応室10内には半導体ウェーハ2の載置台を兼ねた下部電極5と上部電極4とが配置されている。6は反応室10の内壁を覆う被覆部材である。下部電極5と反応室10の底面とは絶縁部材10aによって絶縁されており、上部電極4と反応室10の上壁とは絶縁部材10bによって絶縁されている。

【0033】下部電極5の周囲には、環状のフォーカスリング17およびこの発明のクランプリング1が設けられている。フォーカスリング17は、反応性イオンを引き寄せない絶縁性材質からなり、反応性イオンを内周側の被処理体である半導体ウェーハ2に効果的に入射せしめる働きをなすものである。また、クランプリング1は、半導体ウェーハ2の周縁部を押圧してウェーハ2を下部電極5に保持するためのものであって、ロッド12aを介して反応室10の上方に設けられた一対のシリンダ機構12bに連結されている。そして、シリンダ機構12bによってロッド12aを介してクランプリング1が押圧されることにより、半導体ウェーハ2が下部電極5へクランプされる。

【0034】上部電極4は下部電極5に対向するようにその上方に設けられており、その中には中空部11を有

反応ガスの組成  $\text{CHF}_3 : \text{CF}_4 : \text{Ar} = 30 : 30 : 600$  (sccm)  
 ガス圧力  $300\text{mTorr}$   
 高周波電力  $1300\text{W}$  ( $13.56\text{MHz}$ )

この結果を図3に、放電時間とウェーハ上に付着したパーティクル個数の関係で示した。なお、ここで放電時間とは高周波電力供給の積算時間のことである。パーティクルの管理値は30個とした。実際の生産時の装置稼働では、パーティクル数が30個を超える前に反応室を開

10

20

するようにして円盤状をなしている。この上部電極4の上面にはエッチングガスを供給するガス供給管13が連結され、またその下面には多数の細孔9が形成されている。エッチングガス供給源14からガス供給管13を介して上部電極4内に供給されたエッチングガスが、細孔9を通過して反応室10内へ供給される。

【0035】上記の上部電極4と下部電極5には、それぞれ高周波電源3A及び3Bが接続されており、これら高周波電源から各電極に高周波電圧が印加される。また、上記反応室の側部の下端近傍には真空排気管15が連結され、この真空排気管15を介して排気装置16によって反応室10内が所定の真空度にされる。

【0036】上記装置でもって、半導体ウェーハ2は下部電極5に本発明になるクランプリング1によって固定され、上部電極4と下部電極5との間で高周波電源3A、3Bから供給される高周波電力によって放電が生じ反応ガスがプラズマ化する。一定時間の反応プロセスを終えると、ウェーハ2はウェーハ出し入れ口7から反応室10の外に取出され、新たなウェーハがそこに移動されて載置され、同じような反応プロセスが開始される。なお、こうした操作を繰り返していくとクランプリング1にポリマー付着膜が形成されるが、この図ではこれを符号8で示した。

【0037】これを次の条件で繰返し行い、径 $200\text{mm}$  (8インチ)の半導体ウェーハ上に付着した $0.2\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べた。

【0038】

きクリーニングを行う必要がある。また、この結果は表1の実施例1にも示した。

【0039】

【表1】

実験例	アルミナ 純度 (%)	Mg 含有率 (ppm)	Si 含有率 (ppm)	Na 含有率 (ppm)	平均結晶 粒 径 ( $\mu\text{m}$ )	表面粗さ $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	かさ密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	パーティクルが 管理値を超える までの放電時間 (h)	三点曲げ 強 さ ( $\text{MPa}$ )
実施例1	99.9	500	22	4	24	1.3	3.99	80	300
比較例1	99.9	520	25	4	13	1.0	3.98	22	300
実施例2	99.9	400	30	8	40	1.5	3.97	70	300
比較例2	99.9	350	32	58	12	1.1	3.89	18	300

図3に示すように、本発明によるクランプリングを用いた場合は、パーティクルが管理値を超えるまでの時間は80時間である。このように、本発明によれば、付着するポリマーの被膜が剥がれ難くなって、装置のクリーニング頻度を少なくして生産性を大きく上げることが出来るようになった。

【0040】（比較例1）実施例1と同様の方法で得た仮焼体について、焼結条件を実施例と異なって水素雰囲気中1700℃、保持時間1.5時間で焼成し、平均結晶粒径が13μmのアルミナ焼結体を得た。これを用いて実施例1と同様に同様のサイズのクランプリングを得た。これを用いて実施例1と同様にパーティクルが管理値を超えるまでの放電時間を求めた。その結果及びアルミナ純度、Mg含有率、Si含有率、Na含有率、表面粗さ、かさ密度、曲げ強さを表1の比較例1に示した。

【0041】比較例1はSi含有率、Na含有率、表面粗さ、かさ密度などの条件はいずれも満足するが、アルミナの平均結晶径が小さいので、短い放電時間でポリマー付着膜が剥がれパーティクルが発生する結果となっている。

【0042】（実施例2）この実施例では実施例1の場合よりも平均結晶径が大きなアルミナ焼結体を作製した。即ち、原料は実施例1と同じものを用いたが、この場合はさらに焼結助材の添加量を調節して実施例1に比較してMgO量を2割減らしSiO<sub>2</sub>量及びNa<sub>2</sub>O量を2倍とした。また、焼結は水素雰囲気中1800℃、保持時間6~20時間で焼成し、平均結晶粒径が40μmのアルミナ焼結体を得た。得られたアルミナ焼結体を用いて、実施例1と同様にクランプリングを得た。これを用いて実施例1と同様にパーティクルが管理値を超えるまでの放電時間を求めた。その結果及びアルミナ純度、Mg含有率、Si含有率、Na含有率、表面粗さ、かさ密度、曲げ強さを表1の実施例2に示した。

【0043】表1から分かるように、本発明による実施

例2のものはパーティクル発生までの放電時間が70時間と長くて付着するポリマー被膜が剥がれ難く、装置のクリーニング頻度を少なくして生産性を高めることが出来る。

【0044】（比較例2）市販のアルミナセラミックス材料のアルミナ純度、Si含有率、Na含有率、表面粗さ、かさ密度、平均結晶粒径などを表1に示した。また、その組織の光学顕微鏡写真を観察し、平均結晶径を求めたところ12μmと小さかった。これを用いて実施例1と同様にクランプリングを得た。これを用いて実施例1と同様にパーティクルが管理値を超えるまでの放電時間を求めた。その結果を表1の比較例2に示した。

【0045】急冷熱衝撃試験（実施例3~6、比較例3、4）

表面粗さ、平均結晶粒径を変化させた10×10×1（mm）のアルミナ焼結体の試験片を用意した。これらの試験片は全て、かさ密度が3.92~3.99g/cm<sup>3</sup>、アルミナ純度が99.9%、Mg含有率が350~520ppm、Si含有率が2~32ppm、Na含有率が4~58ppmである。

【0046】これらの試験片を実施例1で用いたエッチング装置のクランプリング上に両面テープで固定し、実施例1と同様の条件で15時間反応させポリマー膜を付着させた。

【0047】次に、これらの試験片をホットプレート上に載置して100℃に予熱し、直ちにドライアイス-メタノール寒剤（マイナス72℃）に投入して熱衝撃を与え、ポリマー膜の剥離状態を実体顕微鏡により観察した。続いて、再びホットプレートで100℃に予熱し、直ちに液体窒素（マイナス197℃）に投入して熱衝撃を与え、ポリマー膜の剥離状態を実体顕微鏡により観察した。その結果を表2に示す。

【0048】

【表2】

	平均結晶粒径 (μm)	表面粗さR <sub>a</sub> (μm)	剥離状態	
			ドライアイス- メタノール 寒剤投入後	液体窒素 投入後
実施例3	27.0	2.20	剥離なし	剥離なし
実施例4	27.0	1.30	剥離なし	剥離なし
比較例3	27.0	0.02	剥離	剥離
実施例5	21.7	2.20	剥離なし	剥離なし
実施例6	21.7	1.34	剥離なし	剥離なし
比較例4	21.7	0.02	剥離	剥離

表2に示すように、平均結晶粒径、表面粗さ共に本発明の範囲内である場合には、熱衝撃を加えても熱応力が緩



和され、ポリマー膜が剥離しなかった。しかし、平均結晶粒径が $18\mu\text{m}$ 以上であっても表面粗さが $R_a$ で $0.8\mu\text{m}$ 未満では熱応力を緩和できずに容易に膜が剥離することが分かった。

【0049】また、図1実施例では、クランプリング1を本発明の耐プラズマ部材で形成した例を示したが、反応ガス雰囲気中（反応室内）であり、セラミックス材料にて構成可能な部品（部材）、たとえば、反応室内壁被覆部材6、電極絶縁部材10aないし10b、およびフォーカスリング17を本発明の耐プラズマ部材にて形成するようにすれば、より効果的にポリマーの剥離を防止して、クリーニングサイクルを長くすることが可能である。

【0050】さらに、図4は他の実施例であり、図1実施例とは以下の点で相違する。したがって、図1実施例と同一または類似する部分には、同一または類似する参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0051】すなわち、図4実施例は、前述のクランプリング1に代えて、静電チャック18を用いた構成であり、下部電極5の中央上面に半導体ウェーハ2を保持するチャック部としての静電チャック18が、半導体ウェーハと略同径大に設けられている。この静電チャック18は、銅箔等の導電膜19を本発明のアルミナ焼結体にて絶縁状態で挟み込むことにより構成される。そして、この導電膜19に電圧供給リード20を介して直流電圧を印加することによって、静電チャック18の上面に半導体ウェーハ2をクーロン力により吸引保持することができる。

【0052】そして、図1実施例と同様、静電チャック18に限定されることなく、たとえば、反応室内壁被覆部材6、電極絶縁部材10aないし10b、およびフォーカスリング17の少なくとも1つを本発明の耐プラズマ部材にて形成して、反応室内の構成部材上に堆積したポリマーが剥離するのを防止することができる。

【0053】なお、図1実施例および図4実施例では、上部電極4および下部電極5の各々に高周波電圧を印加する装置を示したが、上部電極4および下部電極5のいずれか一方の電極に高周波電圧を印加する装置にも適用できることはいうまでもない。

【0054】図5はこの発明の他の実施例を示したもので、これは図4に示すものに半導体ウェーハの周縁部を非接触で覆う覆い体30を加えた点が異なるだけである。この覆い体30は、図1に示すと同じように複数のロッド12aを介して反応室10の上方に設けられたシリンドラ機構12bに連結されている。

【0055】このように、被処理体（半導体ウェーハ2）の処理面の周縁部を非接触で覆う覆い体を備えるプラズマ処理装置にあっては、覆い体によって被処理体の処理面の周縁部のプラズマによる処理の進行を抑制することができ、被処理体の周縁部に付着するパーティクルの付着量を抑制することができる。また、エッチング処理で生成される反応生成物が、半導体ウェーハの周縁部と覆い体との間に付着するのを抑制することができ、更に半導体ウェーハが覆い体と接触した際に、その振動によって覆い体に付着した反応生成物が半導体ウェーハ上に落下するのを防止することができる。

【0056】さらに、実施例では、一例として本発明に基づくプラズマ処理装置をプラズマエッチング装置に適用した例を示したが、かかる装置に限定されることなく、反応生成物が発生する、たとえばCVD装置にも適用可能である。

【0057】

【発明の効果】以上のように、この発明によればアルミナ粒子の脱落がなくしかも機械的強度にも優れ、その上堆積したポリマー付着膜が剥がれ難くなり、その結果として装置のクリーニングサイクルを長くすることが可能な耐プラズマ部材およびそれを用いたプラズマ処理装置を提供することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例になるプラズマ処理装置の断面図。

【図2】半導体集積回路のエッチングプロセスの加工を示す説明図。

【図3】放電時間とウェーハに付着したパーティクル数の変化の関係を示した線図。

【図4】この発明の他の実施例を示すプラズマ処理装置の断面図。

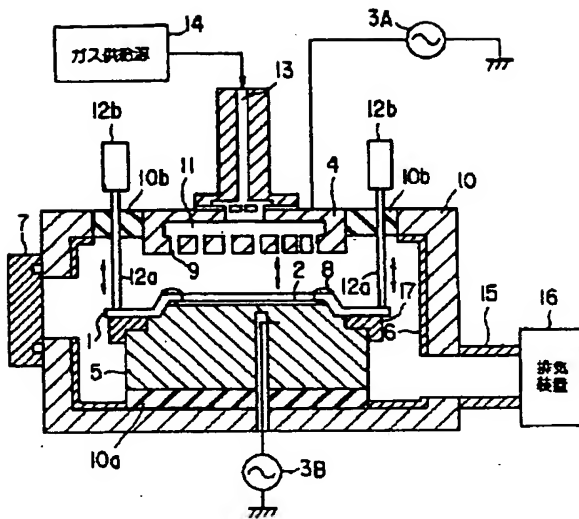
【図5】この発明の他の実施例を示すプラズマ処理装置の断面図。

【符号の説明】

1…クランプリング、2…ウェーハ、3A、3B…高周波電源、4…上部電極、5…下部電極、6…反応室内壁被覆部材、7…ウェーハ出し入れ口、8…ポリマー付着膜、9…細孔、10…反応室、10a…下部電極絶縁部材、10b…上部電極絶縁部材、11…中空部、12a…ロッド、12b…シリンドラ機構、13…ガス供給管、14…ガス供給源、15…排気管、16…排気装置、17…フォーカスリング、18…静電チャック、19…導電膜、20…電圧供給リード、30…覆い体。

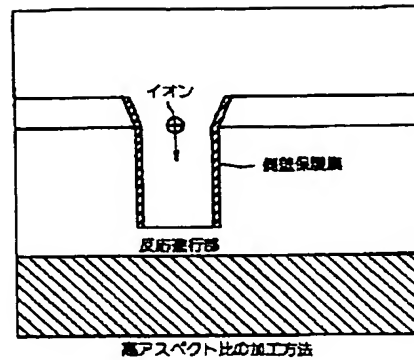


【図1】

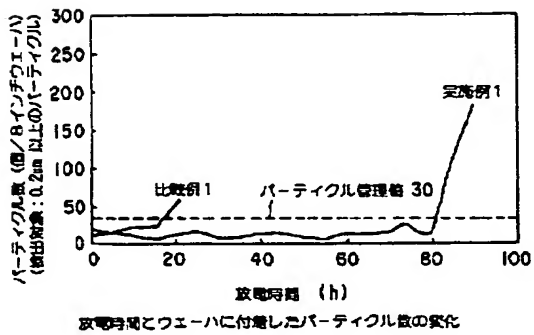


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1…クランプリング    | 10a…下部電極絶縁部材 |
| 2…ウェーハ       | 10b…上部電極絶縁部材 |
| 3A, 3B…高周波電源 | 11…中空部       |
| 4…上部電極       | 12a…コッド      |
| 5…下部電極       | 12b…シリンダ部材   |
| 6…反応室内壁被覆部材  | 13…ガス供給管     |
| 7…ウェーハ出し入れ口  | 14…ガス供給源     |
| 8…ボリマー付着膜    | 15…排気管       |
| 9…細孔         | 16…排気装置      |
| 10…反応室       | 17…フォーカスリング  |

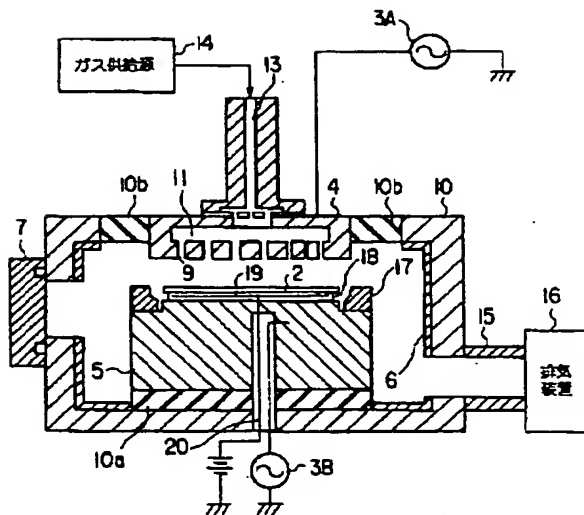
【図2】



【図3】



【図4】



(72)発明者	森田 敬司	
	神奈川県秦野市曾屋30番地	東芝セラミックス株式会社開発研究所内
(72)発明者	永坂 幸行	
	千葉県東金市小沼田1573の8	東芝セラミックス株式会社東金工場内

F ターム(参考)

4G030	AA03	AA36	AA37	BA01	BA20
	BA32	CA04	GA05	GA14	
4G075	AA30	BC06	CA02	CA03	CA47
	EC21	FB04	FC11	FC15	
5F004	AA16	BA04	BB13	BB21	BB22
	BB29	DA01	DA02	DA16	DA23
	DB03				